

BUKU PANDUAN PRAKTIKUM (DARING) SISTEM KONTROL

**LABORATORIUM TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG**

2021

PENDAHULUAN

Matlab merupakan suatu perangkat lunak yang dapat digunakan berbagai macam keperluan dilingkup *engineering* karena dapat menyelesaikan kasus-kasus terkait hitungan maupun simulasi untuk control suatu system. Tidak hanya itu software ini juga dapat digunakan untuk menyelesaikan hitungan yang membutuhkan ketelitian yang tinggi. Manfaat yang begitu besar tidak lantas membatasi para development membuat matlab hanya untuk itu saja tapi juga dapat digunakan komunikasi dengan banyak interface seperti FPGA, Raspberry Pi, hingga Arduino dengan menambah *package* tambahan yang telah disediakan oleh *website* resmi dari matlab.

Pada percobaan kali ini konsep dasar yang dipakai untuk memahami dasar dari penggunaan controller PID untuk mengatur nilai set point pada system yang diinginkan. Pada software matlab ini terdapat banyak sekali manfaat seperti menggunakan M file editor untuk melakukan perhitungan yang sangat kompleks dengan fungsi-fungsi yang tersedia sehingga dapat membantu user untuk memecahkan masalah yang lebih rumit. Selain untuk perhitungan juga dapat digunakan untuk memodelkan suatu system system seperti memodelkan motor DC dengan menentukan parameter yang telah ada. Tidak hanya itu juga dapat dengan menambahkan controller seperti PID. Selain fasilitas tersebut juga terdapat fasilitas Simulink untuk melakukan proses simulasi yang diinginkan untuk mengetahui respon dari system yang dibuat dengan membuat block-block system yang telah disediakan ataupun mendesain model seperti pada M file editor.

Pada praktikum system control model system atau transfer function ditambahkan controller tambahan seperti PID untuk mengetahui respon dan waktu steady state yang dihasilkan oleh system. Tidak hanya itu PID yang dipakai pun dapat dituning dengan perhitungan maupun menggunakan fasilitas tuning yang telah disediakan sehingga lebih mempermudah dalam menentukan nilai PID yang tepat.

BAB I

PLANT WITH PID- M FILE

1.1 Tujuan

Tujuan dari percobaan ini memahami konsep dasar plant dan PID

1.2 Dasar Teori

Pada praktikum ini dimana digunakan untuk memahami konsep plant yang digunakan untuk menentukan sistem yang akan dipakai. Pada software matlab yang digunakan banyak memiliki manfaat untuk membantu menentukan perhitungan transfer function yang ingin digunakan mulai orde 1 samapi dengan orde n. Selain itu juga dapat digunakan untuk menambahkan kontrol PID untuk mengetahui respon sinyal yang diperoleh terhadap fungsi step. Pada percobaan ini menggunakan editor dengan script yang berisi step dari sistem plant PID.

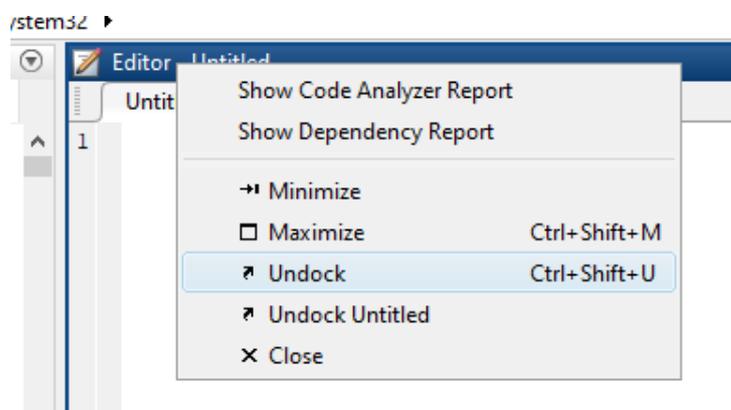
1.3 Langkah Percobaan

- ✓ Membuat New Script dengan memilih gambar seperti dibawah ini.



Gambar 1.1 Icon New Script

- ✓ Pilih editor yang telah dibikin dan klik kanan lalu pilih “Undock”



Gambar 1.2 Undock Editor

- ✓ Tulis script program Plant tanpa PID seperti gambar di bawah ini

```

Bab_pid.m x +
1 %% Plant Without PID
2 clear all
3 clc
4
5 num = [1]
6 denum = [1 4 1]
7
8 Gs = tf (num, denum)
9
10 Gh = [1]
11
12 Gk = feedback (Gs, Gh)
13 step (Gk)
14 grid on
15

```

Gambar 1.3 Script Sistem

- ✓ Setelah itu pilih Icon Run untuk menjalankan script



Gambar 1.4 Icon Run

- ✓ Ambil gambar untuk Plant Open Loop dan amati
- ✓ Tulis script program Plant dengan PID seperti gambar di bawah ini

```

Bab_pid.m x +
1 %% Plant Without PID
2 clear all
3 clc
4
5 num = [1]
6 denum = [1 4 1]
7
8 Gs = tf (num, denum)
9
10 Gh = [1]
11
12 Gk = feedback (Gs, Gh)
13 step (Gk)
14 grid on
15
16 %% Plant With PID
17 Kp = 27
18 Ki = 7
19 Kd = 5.5
20
21 Kpid = pid (Kp, Ki, Kd)
22
23 Gp = feedback (Kpid*Gs, Gh)
24 step (Gp, Gk)
25 grid on
26

```

Gambar 1.5 Script Plant PID

- ✓ Setelah itu pilih icon RUN
- ✓ Ambil gambar untuk Plant Open Loop dan amati

1.4 Data Hasil Percobaan

Gambar 1.6 Data Hasil Percobaan Plant Tanpa PID

Gambar 1.7 Data Hasil Percobaan Plant dengan PID

1.5 Analisa Percobaan

1.6 Kesimpulan

BAB II

PLANT TANPA PID (SIMULINK)

2.1 Tujuan

Mengetahui hasil plant menggunakan Simulink tanpa control tambahan PID

2.2 Dasar Teori

Simulink merupakan fasilitas yang tersedia pada software matlab dimana berisi block dengan fungsi masing-masing. Seperti percobaan sebelumnya hanya saja pada plant yang akan dibuat cukup memasukkan kebutuhan dari input yang dipakai, pengisian nilai transfer function dan keluaran sinyal. Sehingga pada proses yang lebih kompleks simulink sangat membantu. Pada percobaan kedua memuat plant tanpa kontrol tambahan sehingga dapat diketahui respon sinyal yang dihasilkan.

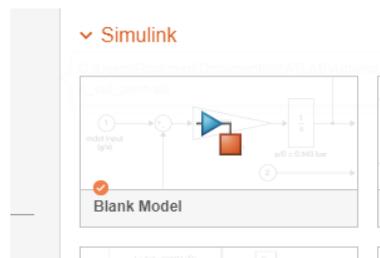
2.3 Langkah Percobaan

- ✓ Buat new file Simulink dengan memilih icon Simulink seperti dibawah ini



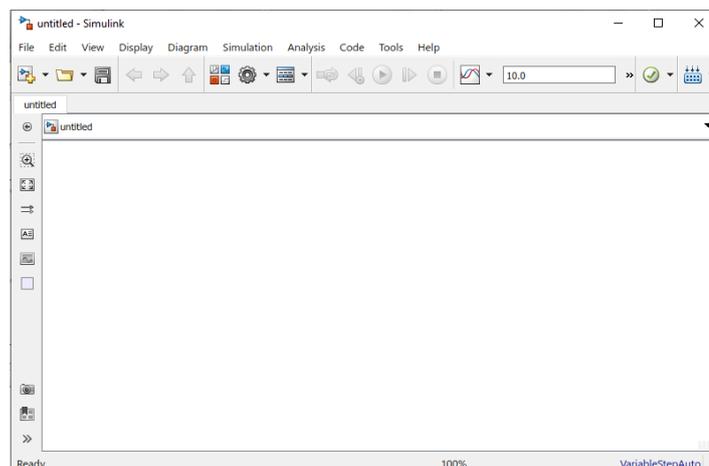
Gambar 2.1 Icon Simulink

- ✓ Setelah keluar kotak dialog pilih Blank Model



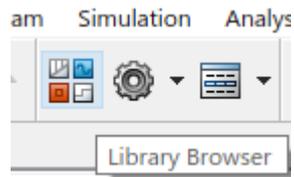
Gambar 2.2 Blank Model

- ✓ Maka akan muncul Workspace seperti gambar dibawah ini



Gambar 2.3 Workspace Simulink

- ✓ Untuk memunculkan block yang dibutuhkan masuk kedalam library browser

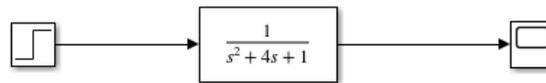


Gambar 2.4 Icon Library Browser

Tabel 2.1 Komponen

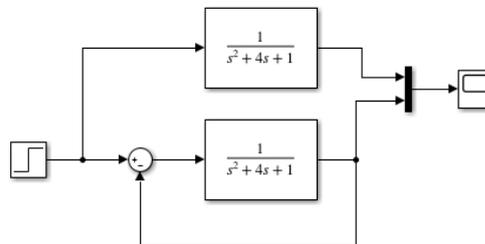
BLOK	PLACE
Step	Simulink/Sources
Scope	Simulink/Sinks
Transfer Fcn	Simulink/Continuous
Integrator	Simulink/Continuous
Derivative	Simulink/Continuous
PID Controller	Simulink/Continuous
Sum	Simulink/Commonly Used Block
Mux	Simulink/Commonly Used Block
Gain	Simulink/Commonly Used Block

- ✓ Buatlah alur block seperti gambar di bawah ini



Gambar 2.5 Block Plant

- ✓ Ambil gambar pada scope dan amati
- ✓ Selanjutnya buat alur block sebagai berikut



Gambar 2.6 Compare Block Plant

- ✓ Ambil gambar pada scope dan amati

2.4 Data Hasil Percobaan

Gambar 2.7 Data Hasil Percobaan Plant Open Loop

Gambar 2.8 Data Hasil Percobaan Plant Close Loop

2.5 Analisa Percobaan

2.6 Kesimpulan

BAB III

PLANT DENGAN PID (SIMULINK)

3.1 Tujuan

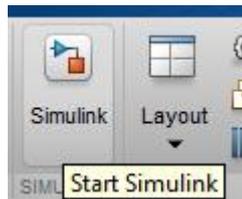
Mengetahui hasil sinyal Plant dengan control tambahan PID

3.2 Dasar Teori

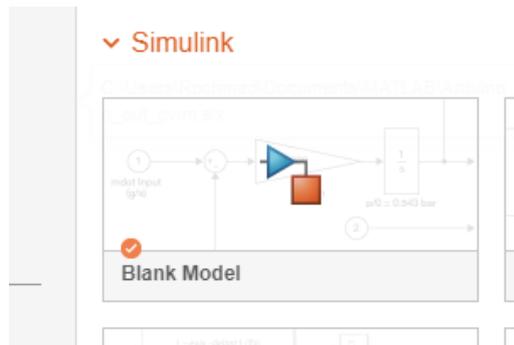
Praktikum selanjutnya merupakan penambahan kontrol tambahan PID dimana membuktikan dari bab 1 yang menggunakan script yang diubah menjadi block-block. Pada bab ini PID mendapat nilai feedback yang menuju ke block summing untuk memberikan nilai feedback ke system sehingga memiliki respon yang lebih bagus dari pada tanpa menggunakan kontrol tambahan PID.

3.3 Langkah Percobaan

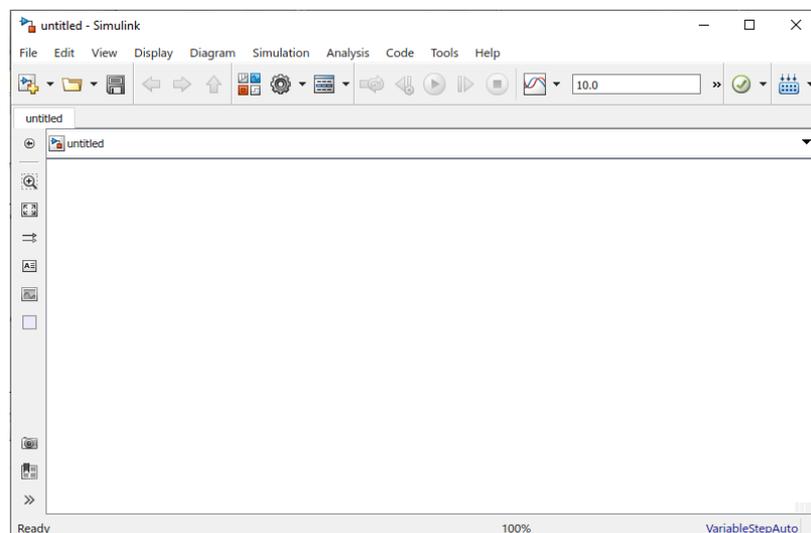
- ✓ Buat new file Simulink dengan memilih icon Simulink seperti dibawah ini



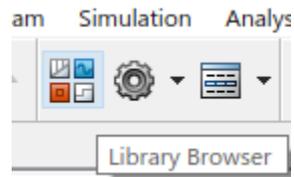
- ✓ Setelah keluar kotak dialog pilih Blank Model



- ✓ Maka akan muncul Workspace seperti gambar dibawah ini

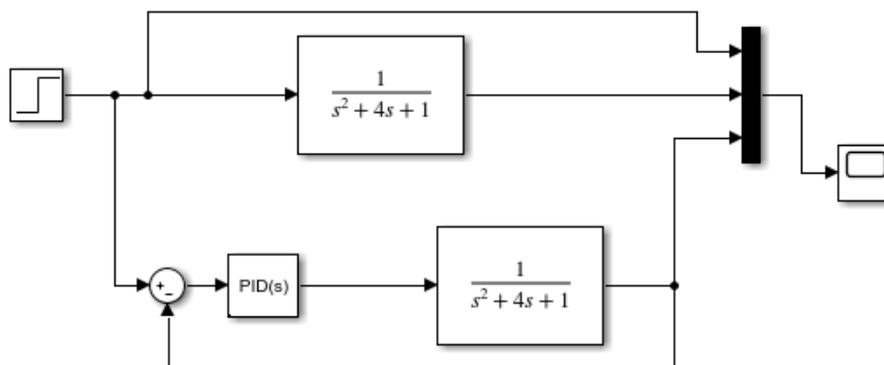


- ✓ Untuk memunculkan block yang dibutuhkan masuk kedalam library browser



BLOK	PLACE
Step	Simulink/Sources
Scope	Simulink/Sinks
Transfer Fcn	Simulink/Continuous
Integrator	Simulink/Continuous
Derivative	Simulink/Continuous
PID Controller	Simulink/Continuous
Sum	Simulink/Commonly Used Block
Mux	Simulink/Commonly Used Block
Gain	Simulink/Commonly Used Block

- ✓ Buatlah alur block seperti gambar di bawah ini



Gambar 3.1 Compare Block Plant dengan PID

- ✓ Ambil gambar pada scope dan amati

3.4 Data Hasil Percobaan

Gambar 3.2 Data Hasil Percobaan Plant dengan PID (Simulink)

Gambar 3.3 Data Hasil Percobaan Plant dengan PID (Simulink) Skala Diperkecil

3.5 Analisa Percobaan

3.6 Kesimpulan

BAB IV

PLANT DENGAN PID-TUNE (SIMULINK)

4.1 Tujuan

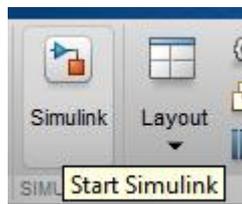
Tujuan dari percobaan ini adalah mendapatkan nilai PID dengan memanfaatkan fasilitas Tune

4.2 Dasar Teori

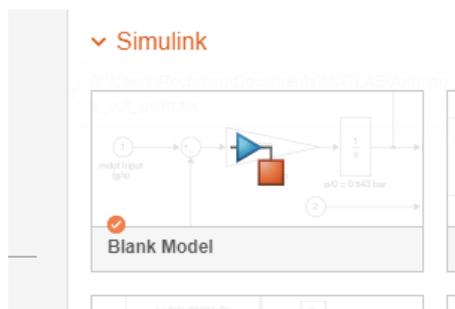
Pada blok PID yang digunakan selain memasukkan nilai secara manual, juga memiliki kelebihan yaitu dapat menentukan nilai PID berdasarkan waktu naik sampai keadaan steady state yang sangat membantu untuk menentukan respon sinyal yang lebih baik daripada menentukan nilai K_p , K_i , K_d secara terpisah dan manual. Pada percobaan kali ini membandingkan 2 buah plant yang sama dengan kontrol PID tetapi dengan cara menentukan nilai PID yang berbeda.

4.3 Langkah Percobaan

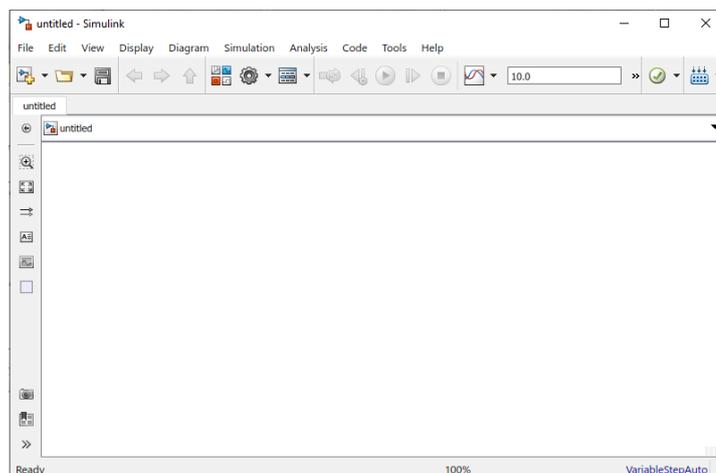
- ✓ Buat new file Simulink dengan memilih icon Simulink seperti dibawah ini



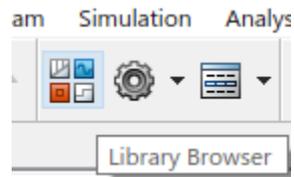
- ✓ Setelah keluar kotak dialog pilih Blank Model



- ✓ Maka akan muncul Workspace seperti gambar dibawah ini

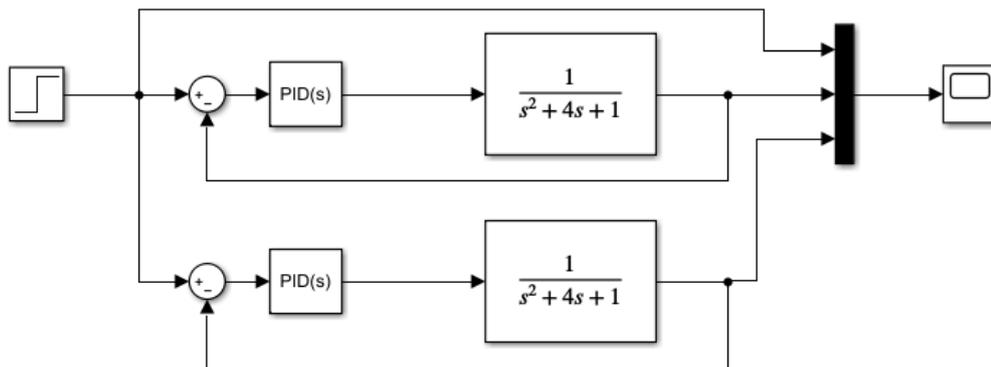


- ✓ Untuk memunculkan block yang dibutuhkan masuk kedalam library browser



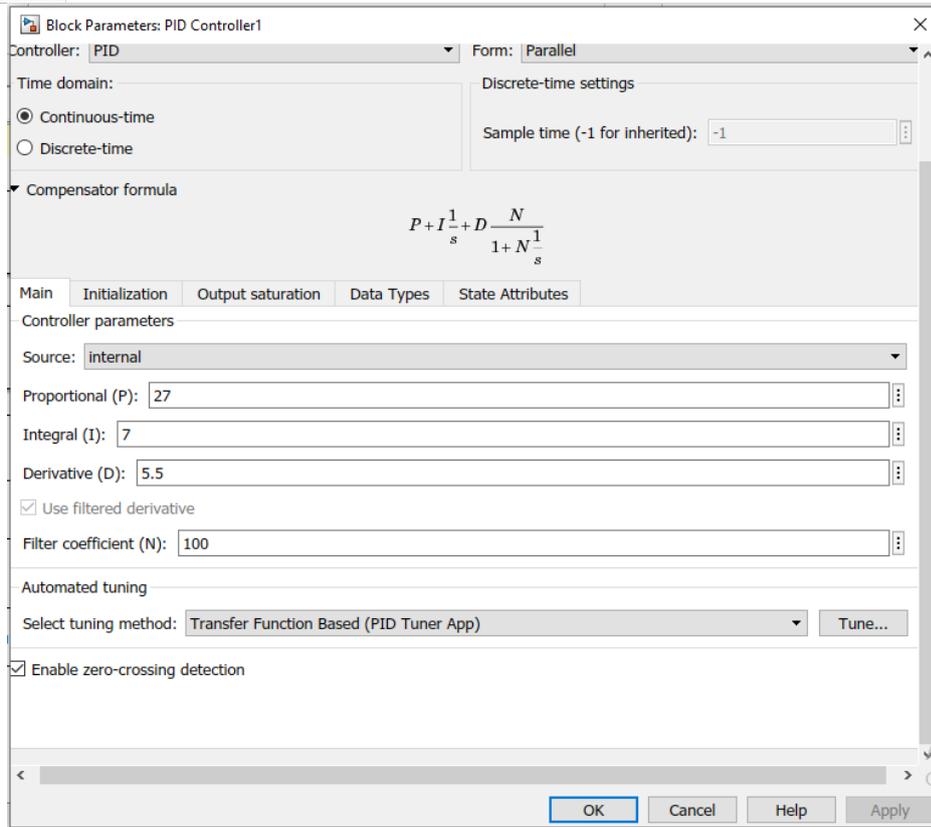
BLOK	PLACE
Step	Simulink/Sources
Scope	Simulink/Sinks
Transfer Fcn	Simulink/Continuous
Integrator	Simulink/Continuous
Derivative	Simulink/Continuous
PID Controller	Simulink/Continuous
Sum	Simulink/Commonly Used Block
Mux	Simulink/Commonly Used Block
Gain	Simulink/Commonly Used Block

- ✓ Buatlah alur block seperti gambar di bawah ini



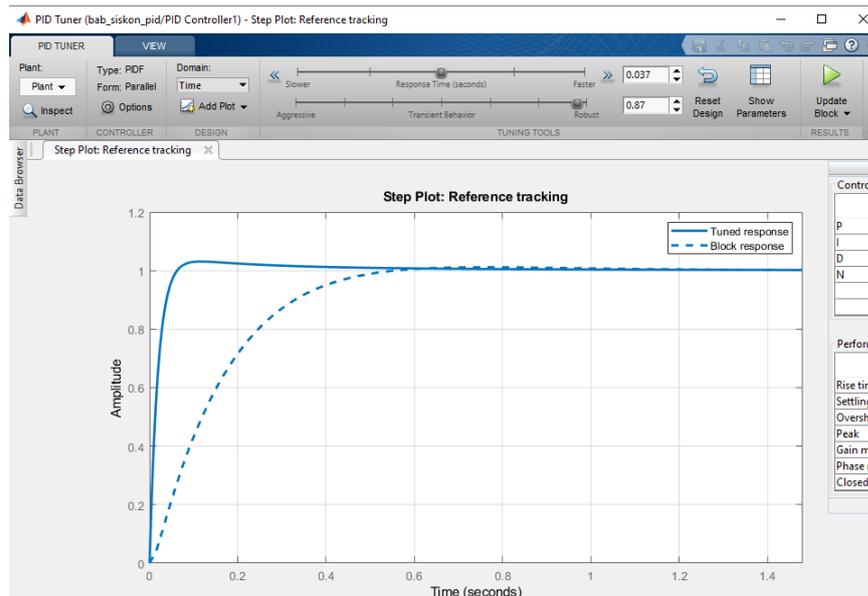
Gambar 4.1 Compare Block Plant dengan PID-Tune

- ✓ Double klik pada PID kedua dan pilih tombol “Tune”

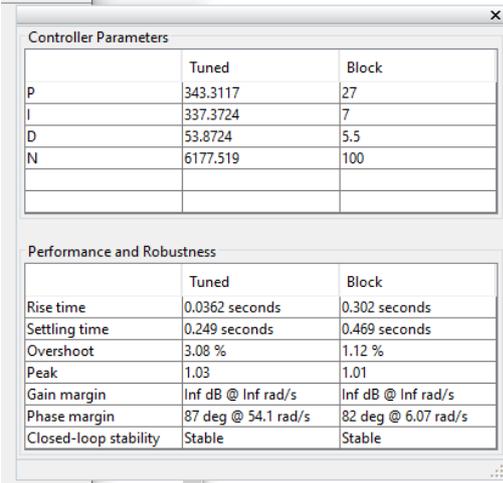


Gambar 4.2 Parameter PID

- ✓ Atur hingga nilai dari P, I, D mendekati nilai pada gambar dibawah ini



Gambar 4.3 Tune PID



Controller Parameters		
	Tuned	Block
P	343.3117	27
I	337.3724	7
D	53.8724	5.5
N	6177.519	100

Performance and Robustness		
	Tuned	Block
Rise time	0.0362 seconds	0.302 seconds
Settling time	0.249 seconds	0.469 seconds
Overshoot	3.08 %	1.12 %
Peak	1.03	1.01
Gain margin	Inf dB @ Inf rad/s	Inf dB @ Inf rad/s
Phase margin	87 deg @ 54.1 rad/s	82 deg @ 6.07 rad/s
Closed-loop stability	Stable	Stable

Gambar 4.4 Parameter Tune PID

- ✓ Setelah nilai yang diinginkan sesuai, selanjutnya memilih icon Update Block yang terletak pada kanan atas.
- ✓ Ambil gambar pada scope dan amati

4.4 Data Hasil Percobaan

Gambar 4.5 Data Hasil Percobaan Perbandingan PID dan PID-Tune

4.5 Analisa Percobaan

4.6 Kesimpulan

BAB V

MODELING MOTOR DC DENGAN KONTROL PID (SIMULINK)

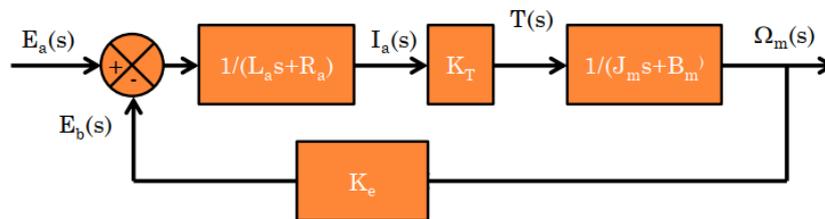
5.1 Tujuan

Mengetahui cara memodelkan motor dc sederhana dengan menambahkan control PID

5.2 Dasar Teori

Pada bab kali ini memodelkan motor dc sederhana sesuai dengan data yang telah didapat nilai R_a (satuan Ohm), L_a (satuan Henry), J untuk momen inetia, dll. Dengan adanya data yang didapat shingga dapat diketahui untuk model simulasi yang tepat terhadap motor dc yang diinginkan. Tidak hanya itu pada bab kali ini juga menambahkan control PID untuk melihat respon dari model motor dc yang telah dibuat. Dengan model yang didapat seperti gambar dibawah ini.

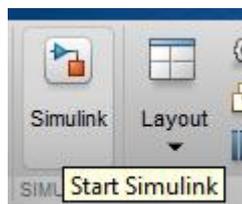
$$I_a(s) = \left[\frac{1}{L \cdot s + R_a} \right] [E_a(s) - E_b(s)] \quad T(s) = K_T \cdot I_a(s) \quad \Omega_m(s) = \left[\frac{1}{J_m \cdot s + B_m} \right] \cdot T(s)$$



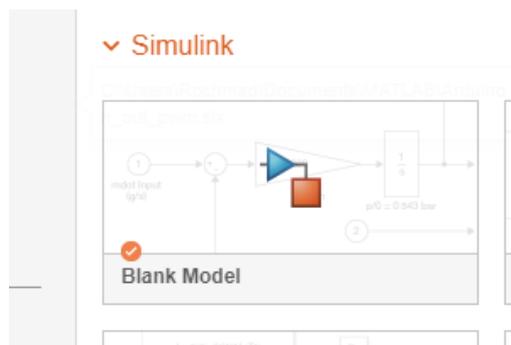
Gambar 5.1 Model Motor DC

5.3 Langkah Percobaan

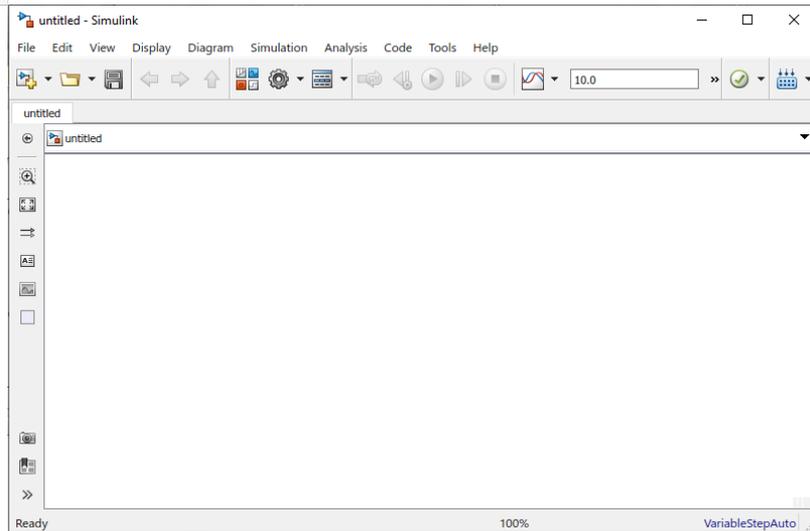
- ✓ Buat new file Simulink dengan memilih icon Simulink seperti dibawah ini



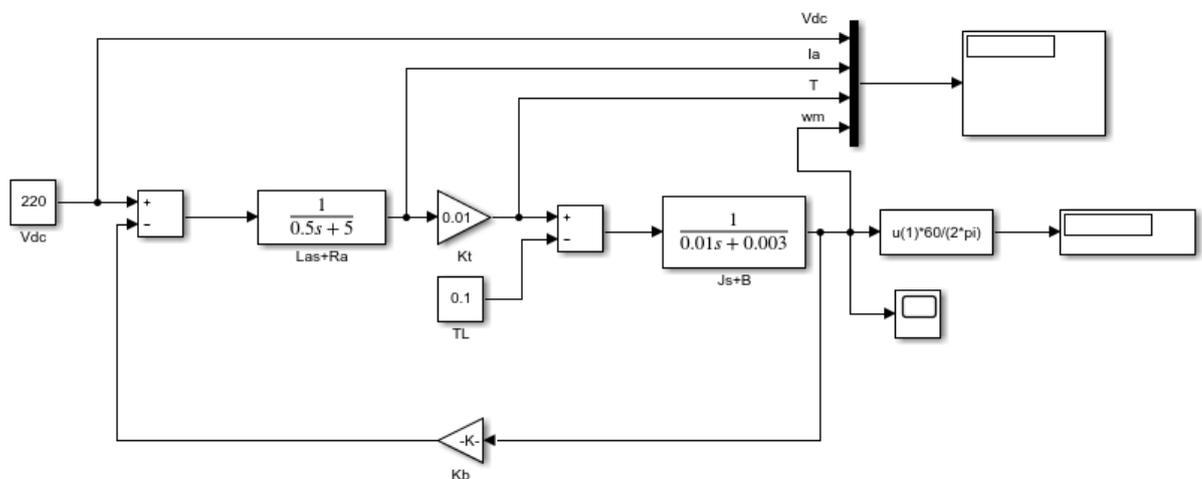
- ✓ Setelah keluar kotak dialog pilih Blank Model



- ✓ Maka akan muncul Workspace seperti gambar dibawah ini

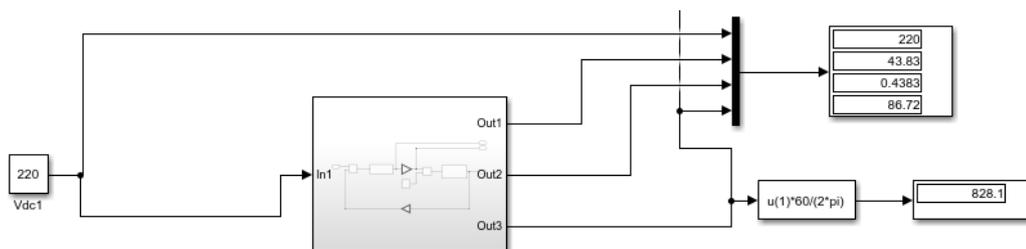


- ✓ Untuk memunculkan block yang dibutuhkan masuk kedalam library browser dan mengikuti seperti percobaan sebelumnya dan mengambil block sesuai dengan kebutuhan.
- ✓ Buatlah alur block untuk pemodelan motor DC seperti gambar di bawah ini



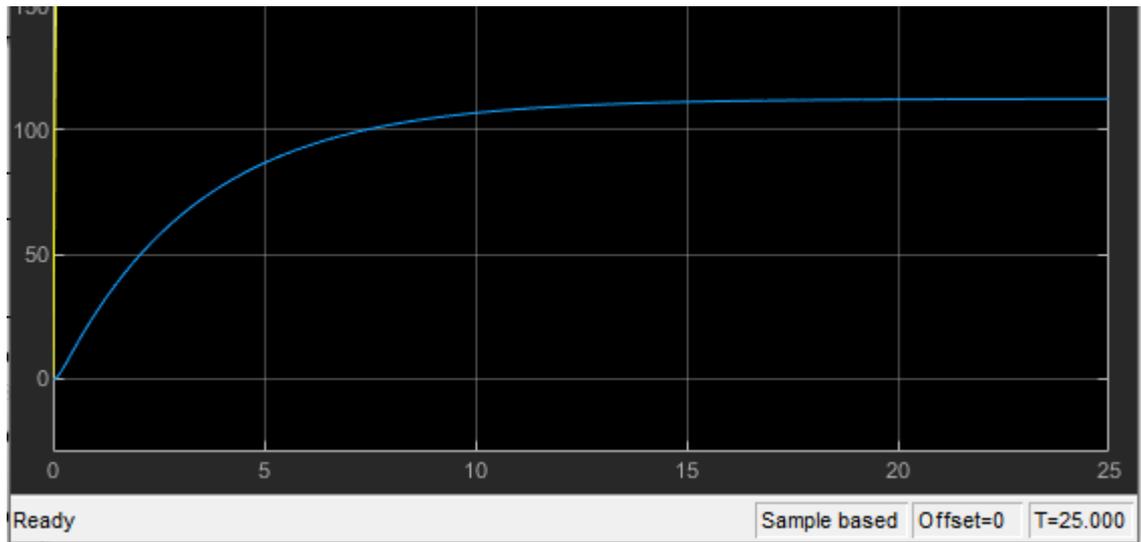
Gambar 5.2 Pemodelan Motor DC menggunakan Simulink

- ✓ Membuat system menjadi sub-system dengan menggunakan fasilitas “create subsystem from selection” dengan cara blok system yang dibutuhkan dan klik kanan pada salah satu block fungsi.
- ✓ Jika berhasil maka akan muncul seperti gambar dibawah ini



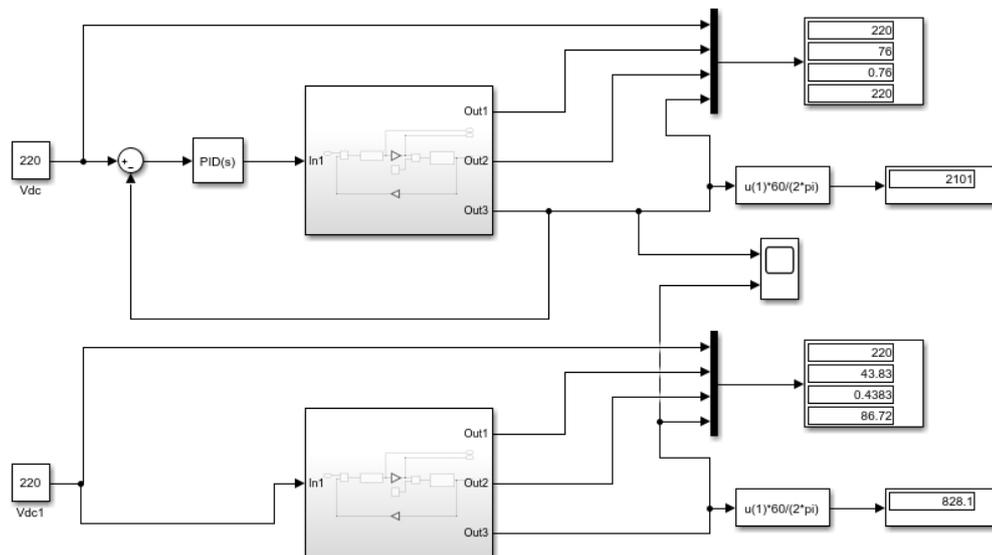
Gambar 5.3 Subsystem Pemodelan Motor DC

- ✓ Jika telah selesai maka pilih icon RUN untuk mengetahui hasil dari model motor dc yang dibuat dan dapat dilihat pada scope sehingga akan menghasilkan sinyal seperti gambar dibawah ini.



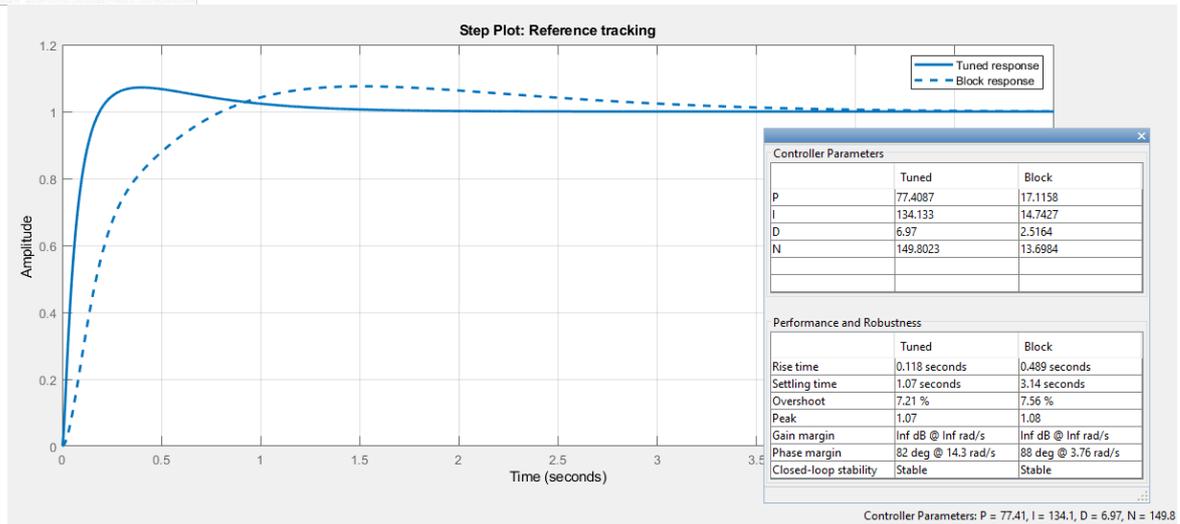
Gambar 5.4 Hasil Sinyal pada Scope

- ✓ Selanjutnya membuat alur block seperti gambar dibawah ini.

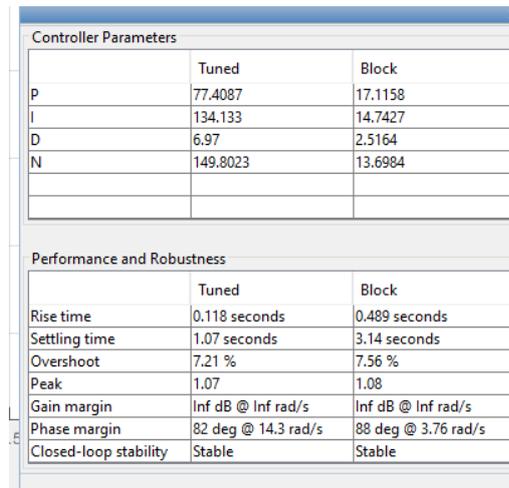


Gambar 5.5 Block System dengan PID dan tanpa PID

- ✓ Pada controller PID tambahkan nilai P, I, D dengan menggunakan fasilitas “Tune” sehingga dapat mendekati nilai seperti gambar dibawah ini



Gambar 5.6 Tune PID Pemodelan Motor DC



Controller Parameters		
	Tuned	Block
P	77.4087	17.1158
I	134.133	14.7427
D	6.97	2.5164
N	149.8023	13.6984

Performance and Robustness		
	Tuned	Block
Rise time	0.118 seconds	0.489 seconds
Settling time	1.07 seconds	3.14 seconds
Overshoot	7.21 %	7.56 %
Peak	1.07	1.08
Gain margin	Inf dB @ Inf rad/s	Inf dB @ Inf rad/s
Phase margin	82 deg @ 14.3 rad/s	88 deg @ 3.76 rad/s
Closed-loop stability	Stable	Stable

Gambar 5.7 Parameter Tune PID Pemodelan Motor DC

- ✓ Lalu pilih “Update Block” dan pilih icon “Run”
- ✓ Ambil gambar sinyal yang dihasilkan dan amati

5.4 Data Hasil Percobaan

Gambar 5.8 Data Hasil Percobaan Modeling Motor DC Tanpa Skala

Gambar 5.9 Data Hasil Percobaan Modeling Motor DC dengan Skala

5.5 Analisa Percobaan

5.6 Kesimpulan